



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.02.2012 Patentblatt 2012/09

(51) Int Cl.:
B24B 21/16 (2006.01) **B24B 55/08** (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10174283.1**

(22) Anmeldetag: **27.08.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder: **Jöst, Peter**
69518 Absteinach (DE)

(74) Vertreter: **Wunsch, Alexander et al**
Bardehle Pagenberg
Prinzregentenplatz 7
81675 München (DE)

(71) Anmelder: **Jöst GmbH**
69483 Wald-Michelbach (DE)

(54) **Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schleifvorrichtung 1 zum maschinellen Schleifen von Rotorblät-

tern 100 für Windkraftanlagen, aufweisend eine Bandschleifeinheit 10 mit einem umlaufenden Schleifband 12.

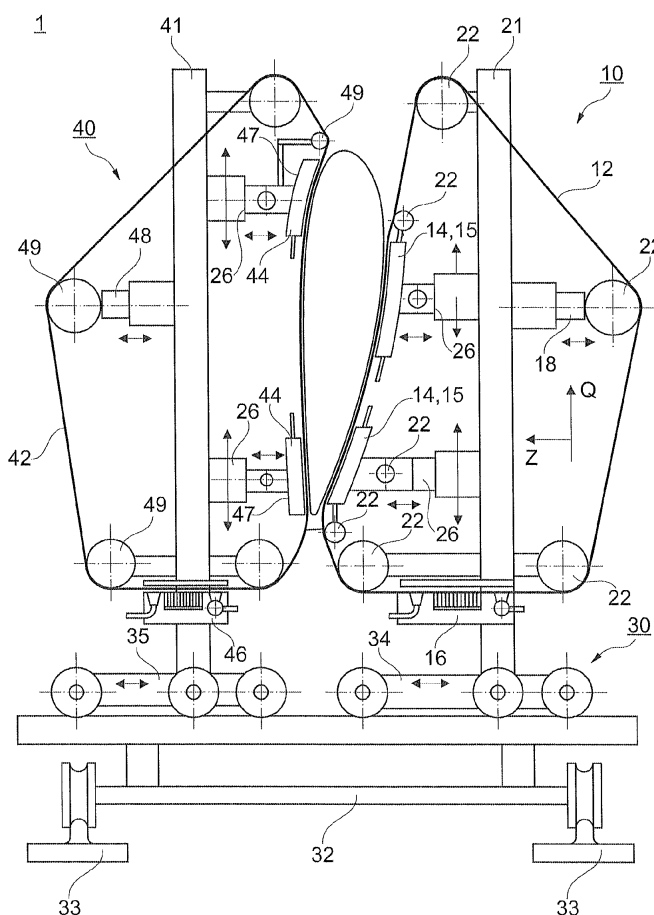


Fig. 1

Beschreibung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen. Mit Hilfe der Schleifvorrichtung können Schleifarbeiten bei der Herstellung und bei der Wartung von Rotorblättern automatisiert werden.

2. Stand der Technik

[0002] Als eine der umweltfreundlichsten Formen der Energiegewinnung wird die Verwendung von Windkraft zur Stromerzeugung angesehen. Hierzu werden Windkraftanlagen verwendet, welche einen Rotor aufweisen, der einen Generator antreibt und der an einem Mast drehbar gelagert ist. Die Belastungen, denen die Bauteile, insbesondere die Rotorblätter der Windkraftanlage ausgesetzt sind, sind jedoch enorm.

[0003] Witterungseinflüsse, wie zum Beispiel Wind, Wasser, Hagel, UV-Strahlung, Erosions- und Biegebelastungen stellen höchste Anforderungen an das Material der Rotorblätter. Die Funktionsfähigkeit und die Oberflächenqualität sind wesentlich für die Effektivität und Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen. Daher weisen die Rotorblätter eine besondere Beschichtung auf, deren Aufbringung sehr zeitaufwendig ist, da jede einzelne Schicht der Beschichtung in der Regel beschliffen werden muss.

[0004] Die extrem belasteten Kunststoffoberflächen von Rotorblättern sind mehrfach beschichtet. Die Beschichtungssysteme zum Schutz der Oberflächen bestehen aus einem sogenannten Gelcoat, Spachtel, Kantenschutz und Decklacken. Die dafür eingesetzten Produkte bestehen in der Regel aus lösemittelfreien, zweikomponentigen Polyurethanverbindungen. Nach dem Auftrag der einzelnen Schichten müssen diese jeweils beschliffen werden.

[0005] Diese Schleifarbeiten sind ein sehr personalintensiver Prozess, da sie manuell mit Handschleifmaschinen durchgeführt werden. Die zu schleifenden Rotorblätter weisen beispielsweise eine Länge von bis zu ca. 80 m und eine zu beschleifende Fläche von bis zu ca. 300 qm auf. Dementsprechend ist die manuell zu beschleifende Fläche sehr groß.

[0006] Ein weiterer Grund dafür, dass Schleifarbeiten an Rotorblättern immer noch manuell mithilfe von Handschleifmaschinen, beispielsweise mit Exzentrerschleifern mit Staubabsaugung durchgeführt werden, besteht darin, dass die zu beschleifenden Rotorblätterbeschichtungen sehr zähelastisch eingestellt sind und sich daher die Schleifscheiben sehr schnell zusetzen. Mit einer Schleifscheibe kann nur eine kleine Fläche beschliffen werden und dann muss diese Schleifscheibe gegen eine neue Schleifscheibe gewechselt werden, was bei Handschleifmaschinen von Hand sehr schnell möglich ist. Aufgrund der häufigen Wechselraten konnten auch Schleifroboter

nicht wirtschaftlich eingesetzt werden. Mit einer Schleifscheibe können trotz Absaugung in der Regel nur ca. 0,5 qm - 1,5 qm der zähelastischen Beschichtung eines Rotorblatts beschliffen werden. Die Fläche eines Windkraftflügels von ca. 60 m bis ca. 80 m Flügellänge beträgt jedoch 160 qm bis 300 qm, so dass pro Rotorblatt und Schleifdurchgang ca. 300 - 600 Schleifscheiben eingesetzt werden müssen. In der Regel gibt es 3 - 4 Schleifdurchgänge pro Rotorblatt.

[0007] Die zähelastischen Beschichtungen der Rotorblätter werden deshalb verwendet, weil Rotorblätter sich mit Geschwindigkeiten von bis zu 300 km/h bewegen und sie nicht beschädigt werden dürfen, wenn beispielsweise Hagelkörner auf sie aufschlagen. In den Druckschriften DE 298 05 833 U1, DE 199 29 386 A und DE 297 09 342 U1 werden Beschichtungssysteme für Rotorblätter beschrieben.

[0008] Die gewaltigen Dimensionen der Rotorblätter und die Probleme, die beim Beschleifen der zähelastischen Beschichtung auftreten, haben bisher noch keine Automatisierung der Schleifarbeiten zugelassen. Die Kosten der Schleifarbeiten können 30 % und mehr der Herstellungskosten eines Rotorblatts betragen.

[0009] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die oben genannten Probleme zu lösen und den Schleifprozess bei Rotorblättern für Windkraftanlagen zu verbessern und kostengünstiger zu gestalten.

3. Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die oben genannte Aufgabe wird gelöst durch eine Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen gemäß Patentanspruch 1.

[0011] Insbesondere wird die oben genannte Aufgabe gelöst durch eine Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen, aufweisend eine Bandschleifeinheit mit einem umlaufenden Schleifband.

[0012] Dadurch dass eine Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern verwendet wird, kann der Schleifvorgang automatisiert werden, sodass keine manuellen Schleifarbeiten mehr notwendig sind. Schleifarbeiten, die derzeit mit Handschleifmaschinen durchgeführt werden, können entfallen und mittels der erfindungsgemäßen Schleifvorrichtung durchgeführt werden. Möglich ist dies durch die Verwendung einer Bandschleifeinheit mit einem umlaufenden Schleifband, welches es erlaubt, auch mehrere 100 qm von zähelastischer Beschichtung eines Rotorblatts für Windkraftanlagen maschinell zu beschleifen.

[0013] Die Verwendung von umlaufenden Schleifbändern hat den Vorteil, dass immer nur ein Teil des Schleifbands im Eingriff mit dem Rotorblatt steht, während ein anderer Teil des Schleifbands frei zugänglich ist und in diesem Bereich von dem zähelastischen Schleifstaub gereinigt werden kann. Dies verhindert ein schnelles Zusetzen des Schleifbandes mit dem ebenfalls zähelasti-

schen Schleifstaub.

[0014] Weiterhin ist die effektiv nutzbare Fläche eines Schleifbandes wesentlich größer als bei Schleifscheiben für handgeführte Schleifmaschinen. Damit kann die Schleiffläche des Schleifbandes entsprechend der Größe der Oberfläche eines Rotorblatts ausgelegt werden, sodass ein Schleifbandwechsel erst nach dem Beschleifen zumindest einer Seite eines Rotorblatts oder des gesamten Rotorblatts notwendig ist. Weiterhin hat ein Schleifband den Vorteil, dass die Schleifgeschwindigkeit stufenlos regelbar ist und auf die Beschichtung der Rotorblätter exakt anpassbar ist. Bei rotierenden oder oszillierenden Schleifscheiben ergibt sich immer das Problem, dass im Inneren der Schleifscheibe prinzipbedingt geringere Geschwindigkeiten vorherrschen als in den äußeren Bereichen, was zu einem schlechteren Schleifergebnis und zu einem schnellen Zusetzen der verwendeten Schleifscheiben führt.

[0015] Bevorzugt weist die Schleifvorrichtung weiterhin eine Antriebseinheit zum Verfahren der Bandschleifeinheit in Richtung der Längsachse eines Rotorblatts auf. Die Bandschleifeinheit mit dem bevorzugt quer zum Rotorblatt umlaufenden Schleifband wird durch eine Antriebseinheit in Richtung der Längsachse des Rotorblatts verschoben. Damit ist es möglich, in einem Schleifdurchgang eine Seite eines Rotorblatts kontinuierlich zu beschleifen. Der kontinuierliche Schleifvorgang ergibt auch ein gleichmäßigeres Schleifergebnis als ein diskontinuierliches Schleifen von Hand. Durch ein Drehen des Rotorblatts um seine Längsachse kann in weiteren Durchgängen die gesamte Oberfläche des Rotorblatts maschinell beschliffen werden.

[0016] Bevorzugt weist die Schleifvorrichtung weiterhin eine Staubbandeinheit mit einem umlaufenden Staubbund auf, welches an zumindest einer Oberfläche eines Rotorblatts entlang geführt wird, um die Oberfläche des Rotorblatts von Staub zu befreien. Mithilfe des Staubbandes kann nach dem Schleifen die Oberfläche des Rotorblatts vom Staub gereinigt werden, so dass sie sich für eine direkte Neubeschichtung eignet. Durch den Einsatz der Staubbandeinheit wird eine quasi staubfreie Oberfläche des Rotorblatts erhalten.

[0017] Bevorzugt weist die Schleifvorrichtung weiterhin mindestens eine Bandreinigungsvorrichtung auf. Mithilfe der Bandreinigungsvorrichtung werden das Schleifband und/oder das Staubbund kontinuierlich während des jeweiligen Einsatzes des Bandes gereinigt. Dadurch erhöht sich insbesondere die Standzeit des Schleifbandes um ein Vielfaches gegenüber einem Schleifband ohne Absaugung oder sogar einem Schleifband, bei dem Staub abgesaugt wird.

[0018] Bevorzugt reinigt die Bandreinigungsvorrichtung das Schleifband und/oder das Staubbund mittels einer Düse zum Aufblasen von Druckluft und/oder einer Vorrichtung zum Absaugen von Schleifstaub und/oder einer Bürste zum Abbürsten des Schleifbands und/oder des Staubbands. Durch diese drei Maßnahmen, die einzeln oder in Kombination eingesetzt werden können,

kann eine nahezu vollständige Reinigung des Schleifbands und des Staubbands erfolgen, sodass die Standzeit der beiden Bänder jeweils nur durch mechanische Abnutzung begrenzt ist. Ein Zusetzen der Bänder wird damit wirkungsvoll verzögert und der Schleifstaub wird effektiv entfernt ohne in die Umwelt zu gelangen.

[0019] Bevorzugt weist die Bandschleifeinheit Druckelemente auf, die das Schleifband und/oder das Staubbund gegen eine Oberfläche eines Rotorblatts drücken, und welche an der Antriebseinheit gelagert sind. Durch die Druckelemente kann der Schleifdruck des Schleifbandes oder der Reinigungsdruck des Staubbandes genau festgelegt und variiert werden und somit die Schleif- und Reinigungsbedingungen an der Oberfläche des Rotorblatts genau festgelegt werden.

[0020] Bevorzugt weisen die Druckelemente in Richtung der Querachse eines Rotorblatts an der Antriebseinheit verfahrbare Gliederdruckbalken oder Druckrollen auf. Gliederdruckbalken oder Druckrollen können sich an die gekrümmte Oberfläche des Rotorblatts anpassen und somit ergibt sich ein gleichmäßiger Anpressdruck für das Schleifband oder das Staubbund. Durch das Verfahren der Druckelemente wird sichergestellt, dass jeder Oberflächenbereich ausreichend lange und mit dem jeweils gewünschten Anpressdruck beschliffen oder gereinigt wird.

[0021] Bevorzugt können die Druckelemente pneumatisch gegen die Oberfläche eines Rotorblatts gefahren werden, um den Schleifdruck des Schleifbandes und/oder den Reinigungsdruck des Staubbandes auf der Oberfläche festzulegen. Aufgrund der pneumatischen Steuerung kann durch den verwendeten Luftdruck der Schleifdruck des Schleifbands exakt festgelegt werden. Dabei passen sich die Druckelemente automatisch an die gewölbte Oberfläche des Rotorblatts an, ohne dass hierfür eine aufwendige Steuerung notwendig ist. Die einzelnen Glieder des Gliederdruckbalkens oder die Druckrollen werden mit jeweils dem gleichen Luftdruck beaufschlagt, sodass ihr Druck auf die Oberfläche auch bei veränderlichen Geometrien der Oberfläche des Rotorblatts stets konstant ist. Selbstverständlich kann das gleiche Prinzip auch über eine hydraulische Steuerung verwirklicht werden.

[0022] Bevorzugt weisen die Druckelemente eine Absaughaube auf, um Schleifstaub durch das Schleifband und/oder das Staubbund und durch das Druckelement hindurch abzusaugen. Damit wird der Schleifstaub, zum Teil schon dort abgesaugt, wo er entsteht oder aufgenommen wird und so ein Zusetzen des Schleifbandes und des Staubbandes vermieden.

[0023] Bevorzugt ist die Staubbandeinheit an der Antriebseinheit befestigt und kann daher ebenfalls in Längsrichtung am Rotorblatt entlang gefahren werden.

[0024] Bevorzugt weist die Antriebseinheit einen in Längsrichtung verfahrbaren Antriebswagen auf, auf dem senkrecht dazu verfahrbar die Bandschleifeinheit und/oder die Staubbandeinheit gelagert sind. Die Antriebseinheit dient dazu, die Bandschleifeinheit und/oder die

Staubbandeinheit während der jeweiligen Bearbeitung am Rotorblatt entlang und auf das Rotorblatt zu und von ihm weg zu führen.

[0025] Bevorzugt weist die Schleifvorrichtung weiterhin eine Steuereinheit auf, welche zumindest die Bewegungen der Antriebseinheit und/oder die Bewegungen der Druckelemente in Richtung eines Rotorblatts numerisch steuert. Die Bewegung der Antriebseinheit und/oder die Bewegungen der Druckelemente in Richtung des Rotorblatts werden bevorzugt numerisch gesteuert (NC), um die gesamte Oberfläche des Rotorblatts mit einem gleichmäßigen Anpressdruck und zum gewünschten Grad zu schleifen. Die Steuereinheit bewirkt, dass von der Antriebseinheit die Konturen des jeweiligen Rotorblatts nachgefahren werden.

[0026] Bevorzugt weist die Schleifvorrichtung weiterhin einen Bandspanner auf, der das Schleifband in einer zum Schleifen notwendigen Spannung hält.

[0027] Bevorzugt ist das Schleifband ein perforiertes Schleifband, welches im Wesentlichen über seine gesamte Oberfläche mit Perforationsöffnungen versehen ist. Durch die Verwendung eines perforierten Schleifbands, das im Gegensatz zu gewöhnlichen Schleifbändern viele kleine, nah beieinander beabstandete Perforationsöffnungen aufweist, muss der Schleifstaub an der Schleifoberfläche nur einen sehr kurzen Weg zurücklegen, um durch das Schleifband hindurch nach hinten abgesaugt werden zu können. Dementsprechend wird durch die Verwendung von perforierten Schleifbändern die Gefahr des Zusetzens des Schleifbands vermindert.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Schleifvorrichtung weiterhin eine Beschichtungseinheit zum automatisierten Beschichten der Oberfläche eines Rotorblatts auf, welche an der Antriebseinheit befestigt ist. Mithilfe einer Beschichtungseinheit kann das Rotorblatt nach dem Schleifen mit der gleichen Vorrichtung neu beschichtet bzw. neu lackiert werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass das Rotorblatt auf der Anlage verbleiben kann und nicht zu einer Lackieranlage bewegt werden muss. Weiterhin ist eine automatisierte Beschichtung wesentlich gleichmäßiger als ein manueller Auftrag und ohne Gefahren für einen Lackierer.

[0029] Bevorzugt weist die Beschichtungseinheit mindestens eine automatisch verfahrbare Beschichtungswalze und/oder mindestens eine automatisch verfahrbare Sprüheinheit und/oder mindestens einen Heizstrahler auf. Die Beschichtung des Rotorblatts kann durch Aufwalzen oder durch Aufsprühen erfolgen, wobei die jeweilige Beschichtungsart von dem zur Beschichtung verwendeten Material abhängig ist. Nach dem Beschichten, oder auch schon parallel hierzu, können die neu beschichteten Flächen mittels eines Heizstrahlers beschleunigt getrocknet werden. Damit verringert sich die Gesamtbearbeitungszeit des Rotorblatts.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung betrifft diese ein Schiff zur Bearbeitung von Rotorblättern von Windkraftanlagen mit einer Schleifvorrichtung wie sie oben beschrieben wurde. Ein derartiges Schiff mit

einer Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen könnte insbesondere zur Revision von Rotorblättern bei Offshore-Windanlagen eingesetzt werden. Durch die Möglichkeit, die Rotorblätter direkt auf dem Meer zu schleifen und neu zu beschichten, verringern sich die Transportzeiten der Rotorblätter bei der Revision und die Windkraftanlage ist in kürzester Zeit wieder verwendbar.

4. Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0031] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. In denen zeigt:

Fig. 1: eine Querschnittsansicht durch eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen;

Fig. 2: eine Seitenansicht der Schleifvorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3: eine Ansicht von oben einer weiteren Ausführungsform einer Schleifvorrichtung zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern für Windkraftanlagen;

Fig. 4: eine Querschnittsansicht einer Bandschleifeinheit im Eingriff mit einem Rotorblatt; und

Fig. 5: eine Querschnittsansicht einer Bandreinigungsvorrichtung beim Reinigen eines Schleifbandes.

5. Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0032] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf die Figuren beschrieben. Einzelne Merkmale der hier beschriebenen Ausführungsformen können mit anderen Ausführungsformen der Erfindung kombiniert werden.

[0033] Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer Schleifvorrichtung 1 zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern 100. In Fig. 1 rechts vom Rotorblatt 100 ist eine Bandschleifeinheit 10 angeordnet, die mit einem umlaufenden Schleifband 12 eine Oberfläche 110 eines Rotorblatts 100 einer Windkraftanlage schleifen kann. Wie dargestellt, wird das umlaufende Schleifband 12 mittels Führungsrollen 22 geführt, die an einem Grundkörper 21 der Bandschleifeinheit 10 befestigt sind. Der Antrieb des Schleifbandes 12 erfolgt über einen regelbaren elektrischen Antriebsmotor 20, der die Schleifgeschwindigkeit festlegt. Damit das Schleifband 12 stets unter der erforderlichen Spannung steht, ist die Bandschleifeinheit 10 mit einem Bandspanner 18 ausgerüstet, welcher über eine Führungsrolle 22 auf das Band 12 einwirkt.

[0034] Die Bandschleifeinheit 10 weist Druckelemente

14, 15 auf, welche in Querrichtung Q an den Grundkörper 21 numerisch gesteuert auf und ab gefahren werden können und welche in Richtung Z pneumatisch gegen die Rückseite des Schleifbands 12 drücken. Die Druckelemente 14, 15 dienen dazu, das Schleifband 12 mit dem erforderlichen Schleifdruck an die Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 zu drücken und diesen Schleifdruck an jede gewünschte Stelle der Oberfläche 110 gezielt aufzubringen. Durch die Verfahrbarkeit der Druckelemente 14, 15 an dem Grundkörper 21 kann so gezielt jeder Oberflächenbereich der Oberfläche 110 mit dem gewünschten Druck und der gewünschten Dauer geschliffen werden.

[0035] Die Druckelemente 14, 15 können pneumatisch mittels eines oder mehrerer Pneumatikzylinder 26 in Richtung Z gegen die Oberfläche des Rotorblatts gefahren werden, um den notwendigen Schleifdruck aufzubringen. Der benötigte Schleifdruck kann dann sehr leicht über den Druck in den jeweiligen Pneumatikzylindern 26 eingestellt werden. Dies hat den Vorteil, dass auch bei wechselnden Geometrien der Oberfläche 110 stets der gleiche definierte Schleifdruck zum Schleifen eingestellt werden kann. Dies geschieht rein auf mechanischem Wege, ohne dass hierfür aufwendige Regelungseinrichtungen notwendig sind.

[0036] Die Druckelemente können als verfahrbare Gliederdruckbalken 14 oder Druckrollen 15 ausgestaltet sein, wie sie im Detail in Fig. 4 dargestellt sind. Beispielsweise ist in Fig. 4 auf der linken Seite ein Druckelement 15 mit drei Druckrollen 23 dargestellt, welche gegen die Rückseite des Schleifbandes 12 drücken. Sowohl das Druckelement 15 als Ganzes, als auch die einzelnen Druckrollen 23 sind mit entsprechenden Pneumatikzylindern 26 versehen, die einzeln regelbar sind. Damit ist ein punktgenaues und individuell einstellbares Beschleifen der Oberfläche 110 möglich. Die Druckrollen 23 sind von einer Absaughaube 17 umgeben, auf die ein Unterdruck aufgebracht wird, um den Schleifstaub durch das Schleifband 12 hindurch abzusaugen. Wie in Fig. 1 und Fig. 4 dargestellt, können die Druckelemente 14, 15 weiterhin mit Führungsrollen 22 ausgestattet sein, die einen reibungsarmen Übergang des Schleifbandes 12 auf das Druckelement 14, 15 gewährleisten.

[0037] Auf der rechten Seite der Fig. 4 ist ein Druckelement 14 in Form eines Gliederdruckbalkens 14 dargestellt. Der Gliederdruckbalken 14 als Ganzes wird ebenfalls über einen Pneumatikzylinder 26 gegen die Rückseite des Schleifbands 12 gedrückt, wobei die Glieder 25 des Gliederdruckbalkens 14 auch über eigene Pneumatikzylinder 26 einzeln regelbar gegen das Schleifband 12 gedrückt werden. Auch hiermit ist ein individuell einstellbares und punktgenaues Beschleifen der Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 möglich. Der Gliederdruckbalken 14 ist mit einer Absaugung (nicht dargestellt) versehen, die auf eine Absaughaube 16 wirkt. Für eine effektive Absaugung ist der Gliederdruckbalken 14 mit Öffnungen versehen, die eine Absaugung von Schleifstaub durch das Schleifband 12 hindurch er-

möglichen.

[0038] Das Schleifband 12 ist bevorzugt ein perforiertes Schleifband, welches mit vergleichsweise kleinen Perforationsöffnungen versehen ist, welche einen Durchmesser von bevorzugt 1 mm bis 4 mm aufweisen und einen Abstand der Perforationsöffnungen zueinander von bevorzugt 10 mm bis 20 mm. Durch diese Perforation ist es möglich, den Schleifstaub quasi vollflächig von der Schleifoberfläche abzuführen und durch das Schleifband 12 hindurch abzusaugen. Dementsprechend wird schon durch diese Absaugungsart ein Zusetzen des Schleifbands verringert. Das Schleifband kann ansonsten üblich aus einem Trägergewebe mit darauf beschichteten Schleifkörnern aufgebaut sein und eine Breite von bevorzugt 100 - 300 mm aufweisen.

[0039] Da jedoch die zu schleifenden Beschichtungen bei der Herstellung und Revision von Rotorblättern 100, nämlich Gelcoat, Spachtel, Füller und Deckschichten eher zähelastisch eingestellt sind, kann durch eine bloße Absaugung allein ein Zusetzen des Schleifbands 12 nicht verhindert werden. Daher ist die Bandschleifeinheit 10 weiterhin mit einer Bandreinigungsvorrichtung 16 für das Schleifband 12 ausgerüstet. Die Bandreinigungsvorrichtung 16 umfasst bevorzugt, wie in Fig. 5 dargestellt, eine Düse 28 zum Aufblasen von Druckluft auf die Schleifoberfläche des Schleifbandes 12. Dadurch lösen sich leicht anhaftende Staubpartikel von der Schleifoberfläche des Schleifbands 12, welche dann von einer, an eine Absaughaube 29 angeschlossenen Absaugeinheit (nicht dargestellt) abgesaugt werden können. Weiterhin umfasst die Bandreinigungsvorrichtung 16 eine Bürste 27, welche mittels Druckzylinder 26 gegen die Schleifoberfläche des Schleifbandes 12 gedrückt werden. Die Bürste 27 löst auch festsitzenden, zähen Schleifstaub, der durch das Abblasen mit der Düse 28 noch nicht entfernt ist. Der so gelöste Schleifstaub wird dann mittels der Absaughaube 29 und einer zusätzlichen Absaugung 24, welche zur Schleifseite des Schleifbands 12 gerichtet ist, abgesaugt.

[0040] Mit der Bandreinigungsvorrichtung 16 ist es möglich, das Schleifband 12 quasi vollständig von anhaftendem Schleifstaub der zähelastischen Beschichtungen des Rotorblatts 100 zu reinigen. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, dass sich immer nur ein Teil des Schleifbands 12 im Eingriff mit der Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 befindet und ein großer Teil des Schleifbands 10 frei zugänglich ist, insbesondere für die Bandreinigung.

[0041] Wie in den Fig. 1, 2 und 3 dargestellt, ist die Bandschleifeinheit 10 durch eine Antriebseinheit 30 entlang des Rotorblatts 100 verfahrbar. Dies geschieht bevorzugt dadurch, dass ein elektrisch angetriebener Antriebswagen 32, der auf Schienen 33 geführt ist, numerisch gesteuert (NC) entlang der Längsachse L des Rotorblatts verfahren werden kann. Auf dem Antriebswagen 32 ist wiederum mit einem elektrisch angetriebenen Wagen 34 die Bandschleifeinheit 10 insgesamt numerisch gesteuert (NC) in Richtung Z auf das Rotorblatt 100 zu

oder vom Rotorblatt 100 weg verfahrbar.

[0042] Zusammen mit der individuellen Verfahrbarkeit der Druckelemente 14, 15 innerhalb der Bandschleifeinheit 10 in Querrichtung Q und Richtung Z und der Verfahrbarkeit der Bandschleifeinheit 10 insgesamt in Längsrichtung L, kann somit an jeder Stelle der Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 punktgenau geschliffen werden.

[0043] Wie in Fig. 1 dargestellt, befindet sich das Schleifband 12 gerade im Eingriff mit der Oberschale des Rotorblatts 100. Um auch die Profilnase bzw. die Unterschale des Rotorblatts zu schleifen, ist es weiterhin möglich, das Rotorblatt 100 um die Längsachse L zu drehen und zur Bearbeitung des Rotorblatts in der gewünschten Positionen 100 festzustellen. Es ist jedoch auch möglich, die Schleifvorrichtungen mit mehreren Bandschleifeinheiten 10 auszustatten, dass das Rotorblatt 11 beidseitig oder an allen Seiten gleichzeitig bearbeitet werden kann. Dabei ist weiterhin vorteilhaft, dass gegenüberliegende Bandschleifeinheiten 10 jeweils einen Gegendruck auf das Rotorblatt 100 ausüben, so dass eine Biegung des Rotorblatts 100 bei der Schleifbearbeitung weitestgehend vermieden wird.

[0044] Auf ähnliche Weise wie die Bandschleifeinheit 10 ist in Fig. 1 auf der linken Seite eine Staubbandeinheit 40 mit einem umlaufenden Staubbund 42 an der Schleifvorrichtung 1 angebracht. Ein Grundkörper 41 trägt Führungsrollen 49, die den Umlauf eines Staubbands 42 gewährleisten. Das Staubbund 42 wird an der Oberfläche 110 eines Rotorblatts 100 entlang geführt, um dort den entstandenen Schleifstaub aufzunehmen und die Oberfläche 110 nahezu vollständig von Staub zu befreien. Damit kann mit einer Staubbandeinheit 40 ein automatisches Abwischen bzw. Entstauben des Rotorblatts 100 erfolgen. Die Staubbandeinheit 40 verfügt über einen Bandspanner 48, der das Staubbund 40, das bevorzugt aus einem Vliesmaterial besteht, in der notwendigen Spannung hält.

[0045] Bevorzugt weist die Staubbandeinheit pneumatisch gesteuerte Druckelemente 44 auf, die das Staubbund 42 gegen die Oberfläche 110 drücken. Die Druckelemente 44 können an dem Grundkörper 41 in Querrichtung Q auf und ab bewegt werden, um selektiv das Staubbund 42 an die gewünschte Stelle der Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 anzudrücken. Die Druckelemente 44 sind ähnlich aufgebaut wie die Druckelemente 14, 15 für das Schleifband 12, die in Fig. 4 dargestellt sind.

[0046] Die Druckelemente 44 weisen weiterhin eine Absaughaube 47 auf, um den vom Staubbund 42 aufgenommenen Staub aus dem Staubbund 42 abzusaugen. Zusätzlich ist auch die Staubbandeinheit 40 mit einer Bandreinigungsvorrichtung 46 ausgestattet, die im Wesentlichen der Bandreinigungseinrichtung 16 des Schleifbands 12 entspricht, die in Fig. 5 dargestellt ist. Durch diese Bandreinigungsvorrichtung 46 wird das Staubbund 42 kontinuierlich vom aufgenommenen Schleifstaub gereinigt, so dass ein Zusetzen des Staub-

bands 42 vermieden wird.

[0047] Die Staubbandeinheit 40 als Ganzes ist ähnlich zur Bandschleifeinheit 10 auf dem verfahrbaren Antriebswagen 32 mittels eines weiteren in Z-Richtung numerisch gesteuert (NC) verfahrbaren und elektrisch angetriebenen Wagens 35 gelagert, so dass die komplette Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 gereinigt werden kann.

[0048] Wie in Fig. 2 dargestellt, weist die Schleifvorrichtung 1 weiterhin eine Beschichtungseinheit 50 auf, die zum automatischen Beschichten der Oberfläche 110 eines Rotorblatts 100 dient. Die Beschichtungseinheit 50 kann mindestens eine automatisch verfahrbare Beschichtungswalze 52 und/oder mindestens eine automatisch verfahrbare Sprüheinheit und/oder mindestens einen Heizstrahler 54 (vgl. Fig. 3) aufweisen. Mithilfe einer derartigen Beschichtungseinheit 50 kann das beschliffene und gereinigte Rotorblatt 100 mit der nächsten Schicht des aufzubringenden Schichtsystems beschichtet werden. Je nach Viskosität der aufzubringenden Beschichtung wird eine Sprüheinheit (nicht dargestellt) oder eine automatisch verfahrbare Beschichtungswalze 52 verwendet.

[0049] Damit die neu aufgebrachte Beschichtung schneller trocknet und das Rotorblatt 100 schneller weiterbearbeitet werden kann, kann die Schleifvorrichtung 1 auch mit mindestens einem elektrischen Heizstrahler 54 ausgerüstet sein, der ebenfalls auf jeden Punkt der Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 positioniert werden kann.

[0050] Rotorblätter 100 für Windkraftanlagen müssen in regelmäßigen Abständen gewartet und, wenn durch Beschädigung und Beanspruchung erforderlich, auch neu beschichtet werden. Zu diesem Zweck wird die Oberfläche 110 des Rotorblatts 100 abgeschliffen und mit einer neuen Beschichtung versehen. Da viele der Windkraftanlagen im Meer aufgestellt sind (sog. Offshore-Windkraftanlagen) ist vorgesehen, ein Schiff zur Bearbeitung von Rotorblättern von Windkraftanlagen bereitzustellen, auf dem eine automatische Schleifvorrichtung 1, wie sie vorstehend beschrieben wurde, installiert ist. Damit ist eine Revision der Rotorblätter 100 vor Ort möglich und es verringern sich die Transportwege. Aufgrund der kompletten Automatisierung des Abschleifens, Reinigens und Neubeschichtens können diese Vorgänge auch auf einem sich dauernd bewegenden Schiff durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Schleifvorrichtung
10	Bandschleifeinheit
12	Schleifband

14 Druckelement als Gliederdruckbalken
 15 Druckelement mit Druckrollen
 16 Bandreinigungsvorrichtung
 17 Absaughaube
 18 Bandspanner
 20 Antriebsmotor
 21 Grundkörper
 22 Führungsrollen
 23 Druckrollen
 24 Absaugung
 25 Glieder des Gliederdruckbalkens
 26 Druckzylinder
 27 Bürste
 28 Düse
 29 Absaughaube
 30 Antriebseinheit
 32 Antriebswagen
 33 Schienen
 34 Wagen
 35 Wagen
 40 Staubbandeinheit
 41 Grundkörper
 42 Staubband
 44 Druckelemente
 46 Bandreinigungsvorrichtung
 47 Absaughaube
 48 Bandspanner
 49 Führungsrollen
 50 Beschichtungseinheit

52 Beschichtungswalze
 54 Heizstrahler
 5 100 Rotorblatt
 110 Oberfläche des Rotorblatts

10 Patentansprüche

1. Schleifvorrichtung (1) zum maschinellen Schleifen von Rotorblättern (100) für Windkraftanlagen, aufweisend eine Bandschleifeinheit (10) mit einem umlaufenden Schleifband (12).
2. Schleifvorrichtung gemäß Anspruch 1, weiterhin aufweisend eine Antriebseinheit (30) zum Verfahren der Bandschleifeinheit (10) in Richtung (L) der Längsachse eines Rotorblatts (100).
3. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, weiterhin aufweisend eine Staubbandeinheit (40) mit einem umlaufenden Staubband (42), welches an zumindest einer Oberfläche (110) eines Rotorblatts (100) entlang geführt wird, um die Oberfläche (110) des Rotorblatts (100) von Staub zu befreien.
4. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 - 3, weiterhin aufweisend mindestens eine Bandreinigungsvorrichtung (16, 46).
5. Schleifvorrichtung gemäß Anspruch 4, wobei die Bandreinigungsvorrichtung (16, 46) das Schleifband (12) und /oder das Staubband (42) reinigt mittels:
 - a) einer Düse (28) zum Aufblasen von Druckluft; und / oder
 - b) einer Vorrichtung (24) zum Absaugen von Schleifstaub; und /oder
 - c) einer Bürste (27) zum Abbürsten des Schleifbands (12) und/oder des Staubbands (40).
6. Schleifvorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die Bandschleifeinheit (10) Druckelemente (14, 15, 44) aufweist, die das Schleifband (12) und/oder das Staubband (42) gegen eine Oberfläche (110) eines Rotorblatts (100) drücken und welche an der Antriebseinheit (30) gelagert sind.
7. Schleifvorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei die Druckelemente (14, 15, 44) in Richtung (Q) der Querachse eines Rotorblatts (100) an der Antriebseinheit (30) verfahrbare Gliederdruckbalken (14) oder Druckrollen (15) aufweisen, die bevorzugt pneumatisch gegen die Oberfläche (110) eines Rotorblatts (100) gefahren werden können, um den

Schleifdruck des Schleifbandes (12) und/oder den Reinigungsdruck des Staubbandes (42) auf der Oberfläche (110) festzulegen.

8. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei die Druckelemente (14, 15, 44) eine Absaughaube (17, 47) aufweisen, um Schleifstaub durch das Schleifband (12) und/oder das Staubband (42) und durch das Druckelement (14, 15, 44) hindurch abzusaugen. 5
10
9. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 3 - 8, wobei die Staubbandeinheit (40) an der Antriebseinheit (30) befestigt ist. 15
10. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 - 9, wobei die Antriebseinheit (30) einen in Längsrichtung (L) verfahrbaren Antriebswagen (32) aufweist, auf dem senkrecht dazu (Z) verfahrbar die Bandschleifeinheit (10) und / oder die Staubbandeinheit (40) gelagert sind. 20
11. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 - 10, weiterhin aufweisend eine Steuereinheit, welche zumindest die Bewegungen der Antriebseinheit (30) und / oder die Bewegungen der Druckelemente (14, 15) in Richtung (Z) des Rotorblatts (100) numerisch steuert. 25
12. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1-11, weiterhin aufweisend einen Bandspanner (18), der das Schleifband (12) in einer zum Schleifen notwendigen Spannung hält. 30
13. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 - 12, wobei das Schleifband (12) ein perforiertes Schleifband ist, welches im Wesentlichen über seine gesamte Oberfläche mit Perforationsöffnungen versehen ist. 35
40
14. Schleifvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 - 13, weiterhin aufweisend eine Beschichtungseinheit (50), zum automatisierten Beschichten der Oberfläche (110) eines Rotorblattes (100), welche an der Antriebseinheit (30) befestigt ist. 45
15. Schleifvorrichtung (1) gemäß Anspruch 14, wobei die Beschichtungseinheit (50) aufweist:
 - a) mindestens eine automatisch verfahrbare Beschichtungswalze (52); 50
 - und /oder
 - b) mindestens eine automatisch verfahrbare Sprüheinheit; und / oder
 - c) mindestens einen Heizstrahler (54). 55

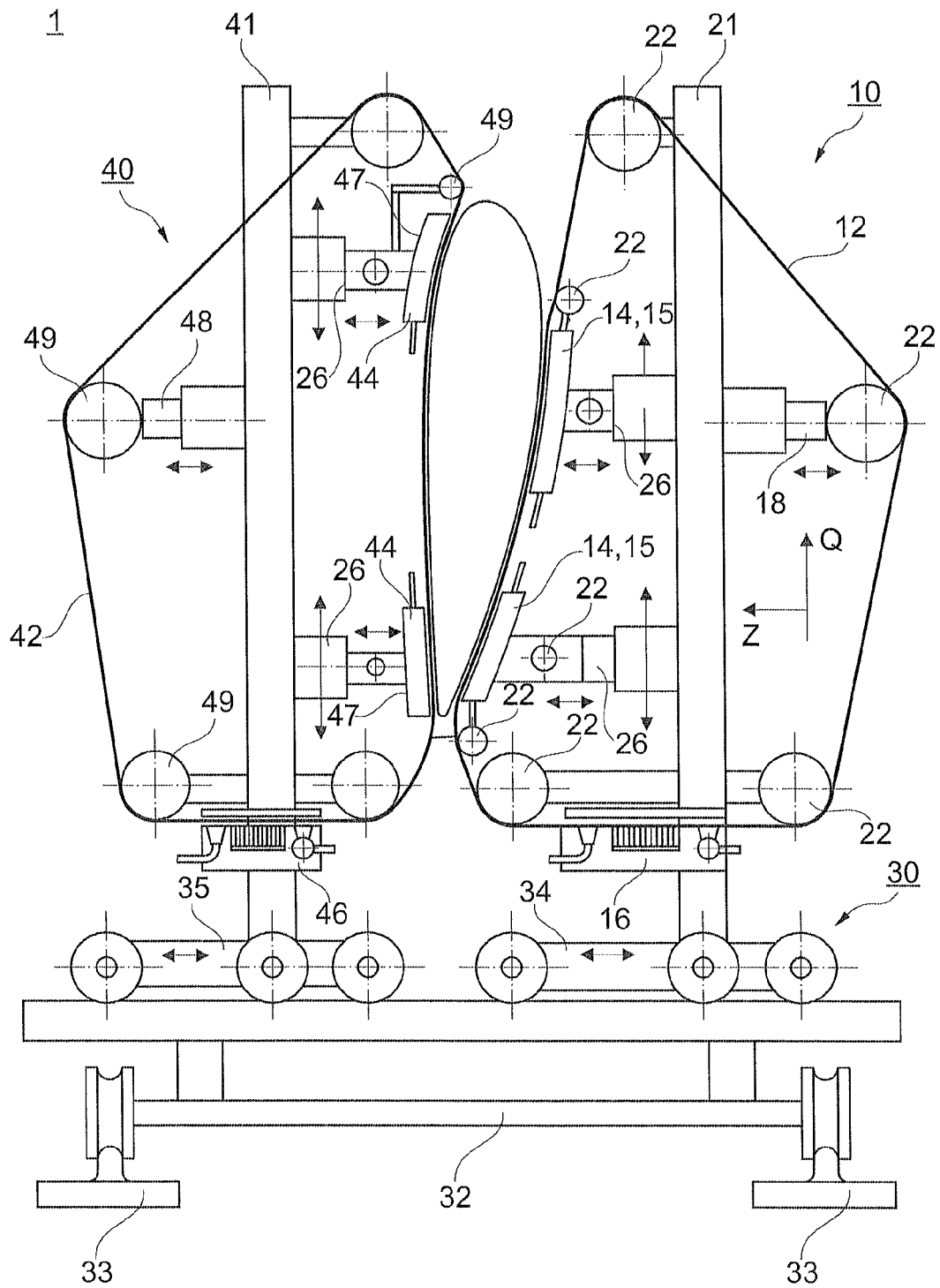


Fig. 1

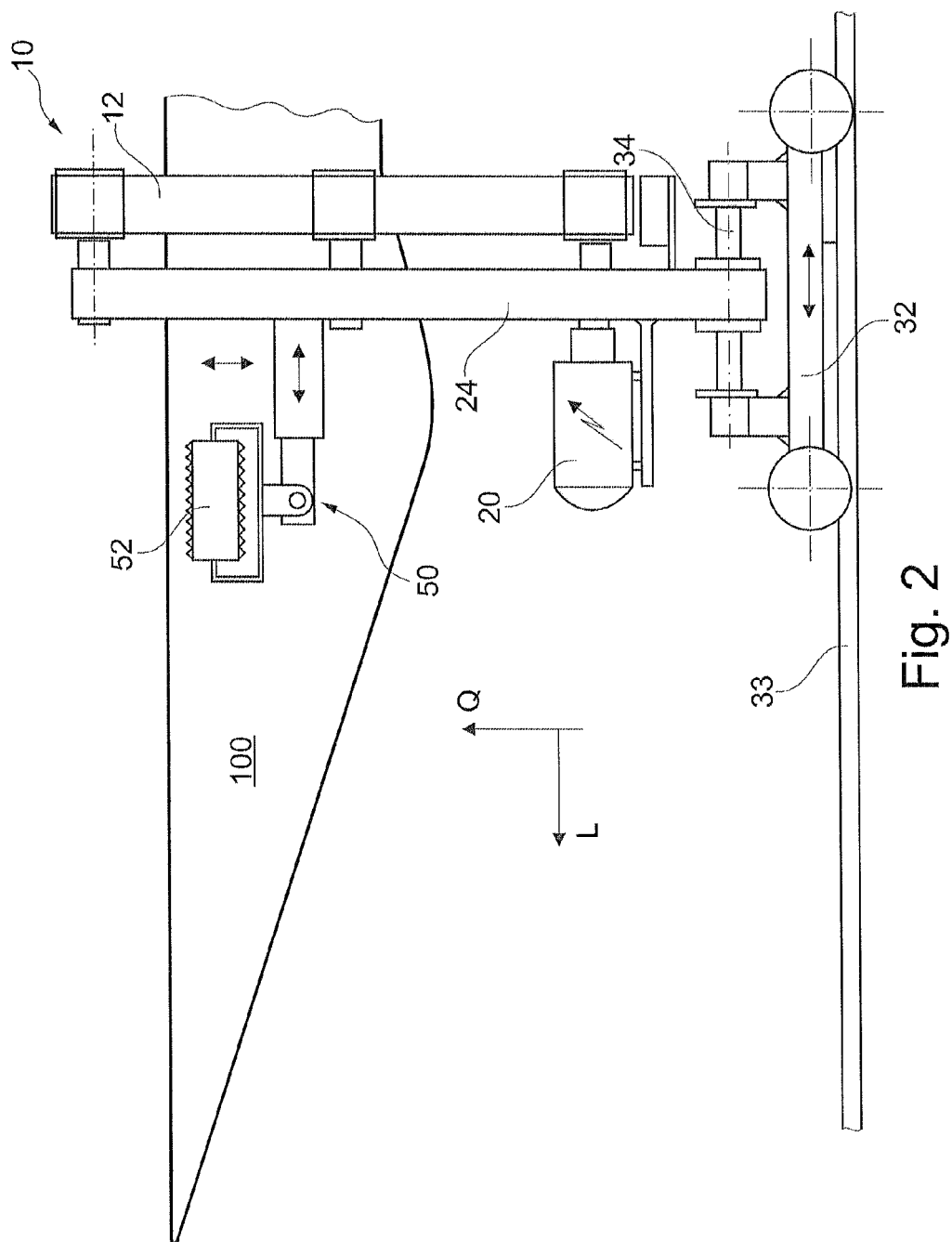


Fig. 2

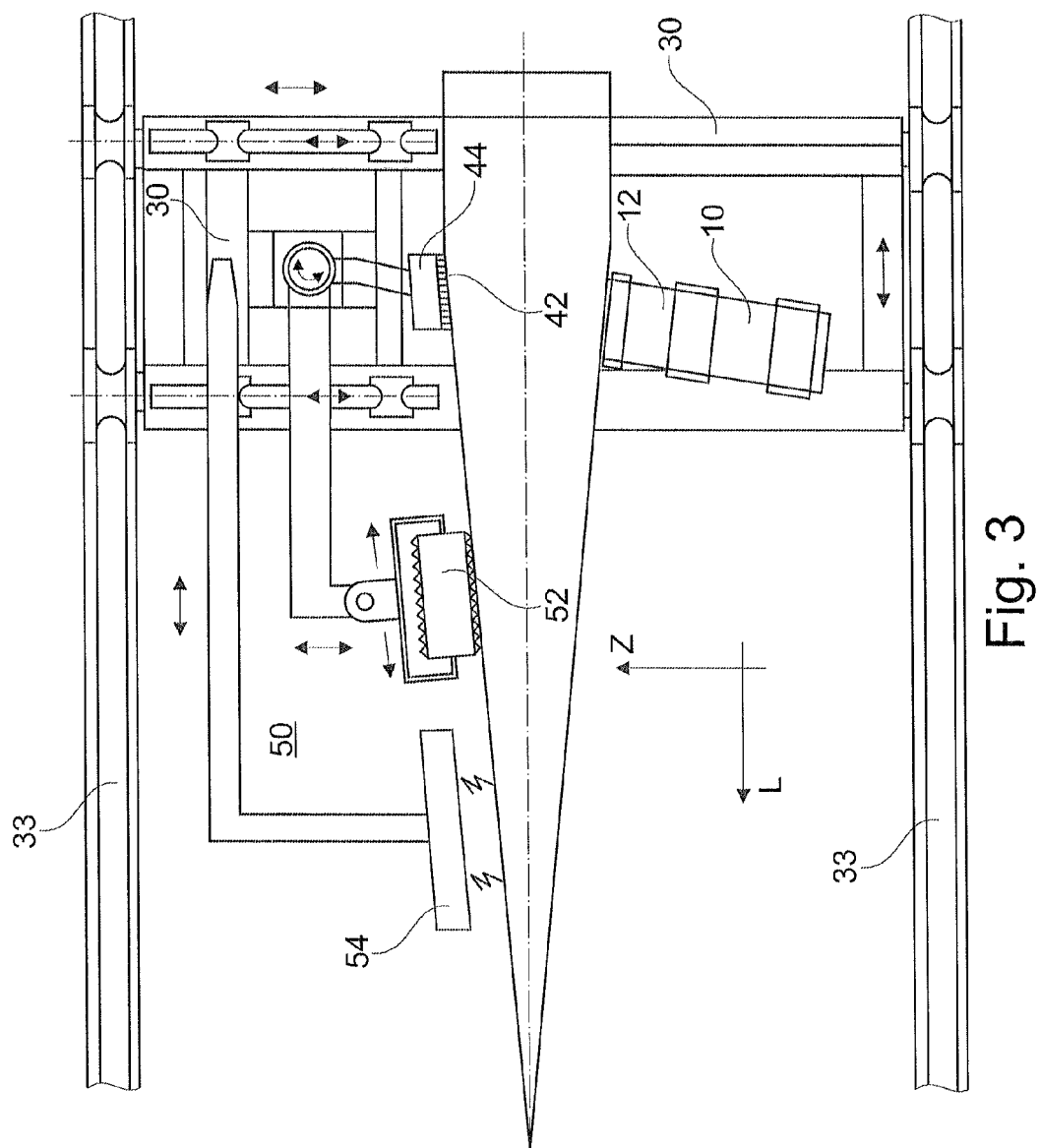


Fig. 3

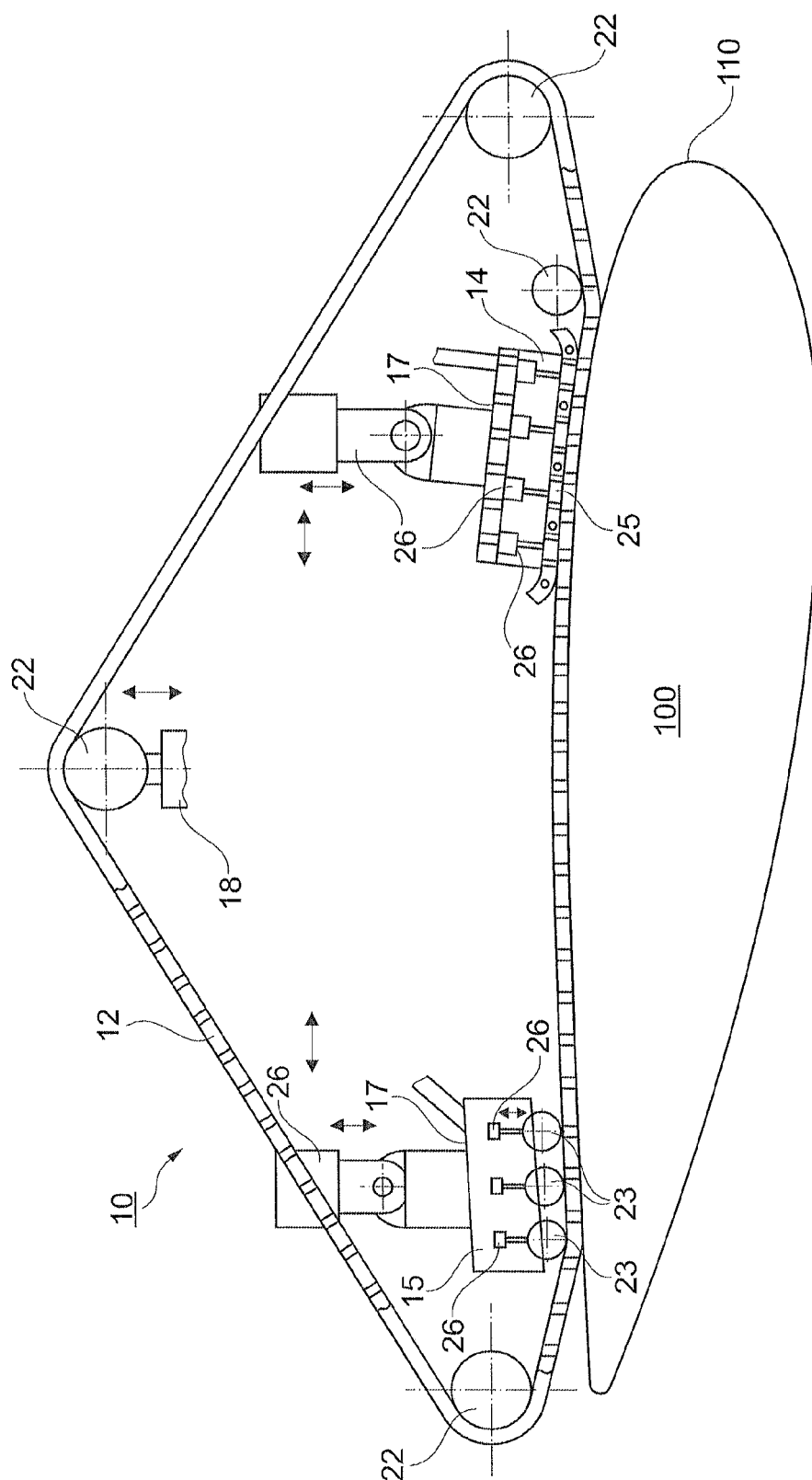


Fig. 4

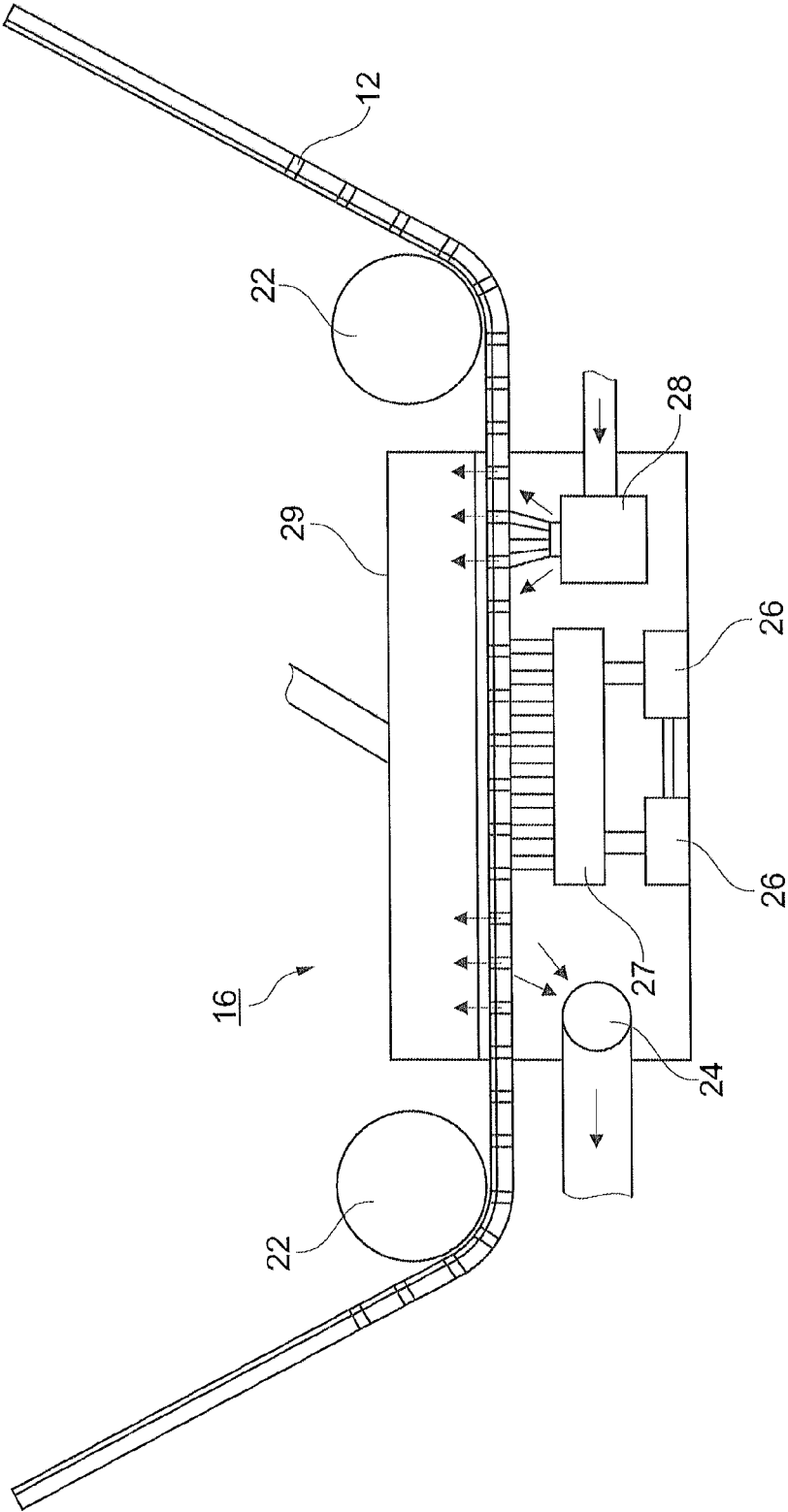


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 17 4283

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2006/006843 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WANNINKHOF PETER [NL]) 19. Januar 2006 (2006-01-19) * Zusammenfassung *	1,4	INV. B24B21/16 B24B55/08 F03D1/00
A	WO 2008/077398 A1 (VESTAS WIND SYS AS [DK]; M LLER KEID HVIID [DK]; SIIG BJARNE [DK]; SAR) 3. Juli 2008 (2008-07-03) * Seite 10, Zeilen 12-27; Abbildungen 1,3,5 *	1-15	
A	DE 10 2005 002886 B3 (PAULSEN CARSTEN [DE]) 18. Mai 2006 (2006-05-18) * das ganze Dokument *	3-15	
A	WO 03/048569 A2 (TEICHERT PAUL [DK] PP ENERGY APS [DK]; TEICHERT PAUL [DK]) 12. Juni 2003 (2003-06-12) * Seite 11, Zeilen 4-22 *	1-15	
A	US 4 145 846 A (HOWLAND JOHN S ET AL) 27. März 1979 (1979-03-27) * Zusammenfassung *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B24B F03D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Januar 2011	Prüfer Zeckau, Jochen
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 17 4283

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-01-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006006843 A1	19-01-2006	CN 1984751 A	20-06-2007
		EP 1773543 A1	18-04-2007
		NL 1026620 C2	10-01-2006
		RU 2380213 C2	27-01-2010
-----	-----	-----	-----
WO 2008077398 A1	03-07-2008	CN 101631646 A	20-01-2010
		EP 2114619 A1	11-11-2009
		WO 2008077844 A1	03-07-2008
		US 2010071209 A1	25-03-2010
-----	-----	-----	-----
DE 102005002886 B3	18-05-2006	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 03048569 A2	12-06-2003	AT 466190 T	15-05-2010
		AU 2002362203 A1	17-06-2003
		DK 1583905 T3	02-08-2010
		EP 1583905 A2	12-10-2005
		ES 2344937 T3	10-09-2010
		NZ 533548 A	26-06-2009
		PT 1583905 E	15-07-2010
		US 2009169734 A1	02-07-2009
		US 2005042102 A1	24-02-2005
-----	-----	-----	-----
US 4145846 A	27-03-1979	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 29805833 U1 [0007]
- DE 19929386 A [0007]
- DE 29709342 U1 [0007]